

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

海绵城市建筑与景观一体化设计施工规范

Sponge City Architecture and Landscape Integration
Design and Construction Specification

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发 布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设计原则 1

4.1 系统性规划与协同设计 1

4.2 低影响开发技术集成 1

4.3 功能融合与空间复合 2

4.4 生态优先与美学结合 2

4.5 智能化与适应性 2

4.6 标准化与规范化 2

5 施工人员 2

5.1 设计人员 2

5.2 施工人员 2

5.3 监理人员 2

6 施工安全 2

6.1 材料与施工工艺 2

6.2 施工现场安全 2

6.3 环境与生态 3

6.4 应急预案与特殊气候应对 3

6.5 安全培训 3

7 施工数字化 3

7.1 BIM 技术应用..... 3

7.2 物联网监测系统 3

7.3 水位监测 3

8 关键工序施工流程 3

8.1 透水铺装施工 3

8.2 雨水花园建造 4

8.3 绿色屋顶施工 5

9 工程验收 6

9.1 透水铺装 6

9.2 雨水花园 6

9.3 绿色屋顶 6

9.4 验收文件要求 7

附录 A（规范性） 防渗层焊接要求..... 9

A.1 焊接设备及参数要求 9

A.2 焊接施工流程 9

A.3 焊接质量检测 9

A. 4	缺陷修复	9
A. 5	焊接记录	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会提出并归口。

本文件起草单位：XXXX, XXXX, XXXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

海绵城市建筑与景观一体化设计施工规范

1 范围

本文件规定了海绵城市建筑与景观一体化设计施工的设计原则、施工人员、施工安全、施工数字化、关键工序施工流程及工程验收。

本文件适用于新建、改建、扩建建筑与景观一体化设计工程的施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3095环境空气质量标准
GB/T 17638 土工合成材料 短纤针刺非织造土工布
GB/T 17643土工合成材料 聚乙烯土工膜
GB/T 25993-2023透水路面砖和透水路面板
GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
GB 50345 屋面工程技术规范
GB 50870建筑施工安全技术统一规范
JGJ/T 453-2019金属面夹芯板应用技术标准
JGJ/T 235 建筑外墙防水工程技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海绵城市 sponge city

通过自然与人工措施结合，实现雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”功能的目标城市水系统。

3.2

一体化设计 integrated design

建筑、景观、排水系统协同设计，确保海绵设施与主体工程功能及美学融合。

3.3

绿色基础设施 green infrastructure

包括透水铺装、雨水花园、绿色屋顶、生态植草沟等低影响开发（LID）设施。

4 设计原则

4.1 系统性规划与协同设计

应通过系统化的空间规划和技术手段，将建筑、景观与雨水管理功能有机结合，实现城市水资源的可持续利用和生态韧性提升。

4.2 低影响开发技术集成

应集成绿色屋顶、垂直绿化、透水铺装等多项技术，采用植被覆盖的屋顶系统，减少径流、调节温度，并与建筑结构荷载匹配；采用透水混凝土、透水砖等材料，增强地面渗透能力。充分利用建筑立面或阳台设置植物墙，辅助雨水截留和蒸发。

4.3 功能融合与空间复合

景观设施设计应兼具生态功能与使用功能,将雨水管理设施融入景观设计,避免生硬的工程化痕迹。

4.4 生态优先与美学结合

应通过地形塑造、植物群落配置、模仿自然水文过程等,实现雨水设施与建筑风格、景观主题相协调,避免突兀。

4.5 智能化与适应性

应采用可扩展、易更换的模块化设施适应未来需求变化,集成传感器实时监测雨水流量、水质及设施运行状态,优化管理效率。

4.6 标准化与规范化

设计应符合 GB 50870 及相关海绵城市建设施工与验收标准要求。绿色屋顶、垂直绿化等设施的荷载应与建筑结构匹配。地下蓄水池、渗透井等设施的基坑支护设计应满足地质条件要求。透水铺装材料应具备防滑性能。景观地形堆坡或下沉式绿地应考虑地基稳定性,防止不均匀沉降。

5 施工人员

5.1 设计人员

5.1.1 应具备注册建筑师、给排水工程师或风景园林师资格。

5.1.2 应接受海绵城市专项技术培训并考核合格。

5.2 施工人员

5.2.1 防水工、电气焊工等特种作业人员应持证上岗。

5.2.2 全员应通过海绵设施施工技术交底及安全培训。

5.3 监理人员

5.3.1 应持有国家注册监理工程师证书,并具备建筑工程、市政工程或园林绿化相关专业背景。

5.3.2 应熟悉海绵城市施工及质量验收相关技术规范。

5.3.3 应具备现场管理与协调能力,对施工全过程进行实施监督。

6 施工安全

6.1 材料与施工工艺

6.1.1 生态材料安全

透水混凝土、透水砖等材料应满足抗压强度及透水率要求,绿化植物选择应避免有毒或带刺品种。

6.1.2 隐蔽工程安全

地下雨水管网、蓄水模块施工应避开既有管线,防止挖断事故;渗透井、生物滞留池等设施防渗处理应严格验收,避免污染地下水或引发地基塌陷。

6.2 施工现场安全

6.2.1 临时排水与防洪

施工期间应设置临时排水沟和沉淀池,防止雨水径流携带泥沙堵塞市政管网。雨季施工时,对未完工的透水铺装、雨水花园等区域应采取覆盖保护,防止水土流失。

6.2.2 高空作业防护

绿色屋顶施工应设置防坠落护栏、安全网，作业人员应佩戴安全带。垂直绿化立面安装应使用稳固脚手架，避免高空坠物。

6.2.3 机械操作规范

透水铺装压实设备操作应控制振动频率，防止破坏基层结构。挖掘机等重型机械作业应与地下设施保持安全距离。

6.3 环境与生态

6.3.1 污染防控

6.3.1.1 施工废水应经沉淀过滤后排放，严禁直接排入雨水管网或自然水体。要求如下：

- a) COD 应 $\leq 100\text{mg/L}$ ；
- b) 废弃透水材料回收率应 $\geq 90\%$ 。

6.3.1.2 透水铺装基层材料不应使用化学添加剂污染土壤。

6.3.1.3 透水铺装施工期间扬尘控制应符合 GB 3095 的规定，PM_{2.5} 应 $\leq 80\text{ }\mu\text{g/m}^3$ 。

6.3.2 生物保护

生态湿地、雨水花园施工应保护原有植被和动物栖息地，减少生态干扰。施工完成应清理场地残留物，防止破坏生态设施功能。

6.4 应急预案与特殊气候应对

6.4.1 暴雨期间应停止土方开挖、透水层铺设等作业，防止塌方或材料流失。台风区域应加固临时设施，避免倾倒伤人。

6.4.2 蓄水池、生态水池等深水区域施工应设置警示标志和围栏，配置救生设备。

6.5 安全培训

应对施工人员进行技术交底和安全培训，确保施工人员掌握操作流程。

7 施工数字化

7.1 BIM 技术应用

应建立雨水径流动态模拟和透水层孔隙率三维点云模型。

7.2 物联网监测系统

每200m²应布设1个传感器实时监测透水层渗透系数，并将数据实时上传至云端。

7.3 水位监测

应进行生物滞留设施水位监测，超限应能自动报警。

8 关键工序施工流程

8.1 透水铺装施工

8.1.1 前期准备

施工前应进行现场核查和地质勘察，并编制现场核查地质勘察报告和施工方案。

8.1.2 施工设备

应符合以下要求：

- a) 透水混凝土专用摊铺机应符合 JGJ/T 235 的要求，摊铺速度应 $\leq 3\text{m/min}$ ，功率应 $\geq 15\text{kW}$ ；

- b) 高频平板振动器激振力 $\geq 5\text{kN}$;
- c) 透水率检测仪的测量精度为 $\pm 1\% \sim \pm 5\%$;
- d) 激光整平机精度为 $\pm 2\text{mm}/3\text{m}$ 。

8.1.3 施工材料

应符合以下要求:

- a) 透水混凝土: 空隙率 $\geq 15\%$, 28 天抗压强度 $\geq \text{C20}$;
- b) 透水混凝土骨料堆高 $\leq 3\text{m}$, 与施工区隔离距离 $\geq 10\text{m}$, 配备防尘网(覆盖率 100%)。
- c) 透水砖应符合 GB/T 25993 的要求, 抗折强度 $\geq 4.0\text{MPa}$, 透水砖堆放倾角 $\leq 70^\circ$, 层间用木方分隔, 禁止雨天露天存放。
- d) 级配碎石基层: 粒径 5-20mm, 含泥量 $\leq 3\%$ 。
- e) 透水土工布: 应符合 GB/T 17638 的要求。

8.1.4 施工流程

8.1.4.1 基层处理

8.1.4.1.1 铺设 300mm 厚级配碎石, 应用振动压路机分两层碾压 ≥ 3 遍, 压实度 $\geq 95\%$, 碎石层渗透系数应 $\geq 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 坡度误差 $\leq 0.5\%$ 。

8.1.4.1.2 透水土工布铺设搭接宽度 $\geq 200\text{mm}$, 接缝处需热熔焊接处理。

8.1.4.2 面层施工

8.1.4.2.1 透水混凝土摊铺

单次摊铺宽度应 $\leq 6\text{m}$, 初凝前完成激光整平, 平整度: $\leq 5\text{mm}/2\text{m}$ 。透水面层坡度: 0.5%-1%。浇筑温度控制: $5^\circ\text{C} \leq \text{环境温度} \leq 35^\circ\text{C}$, 雨天禁止施工。

8.1.4.2.2 透水砖铺装

缝宽 3-5mm 时应填充专用透水砂, 石英砂粒径为 0.3-1.0mm。

8.1.4.2.3 养护与验收

透水混凝土覆盖保湿养护应 ≥ 7 天。抗压强度达标后钻芯取样, 进行透水率现场抽检, 每 500 m^2 测 3 点, 单点值 $\geq 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

8.2 雨水花园建造

8.2.1 前期准备

施工前应进行现场核查和地质勘察, 并编制现场核查地质勘察报告和施工方案。

8.2.2 施工设备

应符合以下要求:

- a) 小型挖掘机斗容: $\leq 0.3\text{m}^3$;
- b) 土壤渗透率检测仪精度: $\geq 0.01\text{cm/s}$ 。
- c) 溢流口定位仪高程误差: $\leq \pm 3\text{mm}$ 。

8.2.3 施工材料

应符合以下要求:

- a) 种植土: 有机质含量 $\geq 5\%$, 渗透系数 $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$;
- b) 砾石排水层: 粒径 20-40mm, 厚度 $\geq 200\text{mm}$;
- c) 防渗膜: 应符合 GB/T 17643 的要求, 采用 HDPE 材质, 厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ 。

8.2.4 施工流程

8.2.4.1 地形塑造

开挖深度600-1200mm，底部坡度1%-3%坡向溢流口；

8.2.4.2 防渗膜铺设

防渗膜厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ 时应采用双缝热熔焊接，焊缝强度应 $\geq$ 母材80%，搭接宽度应 $\geq 100\text{mm}$ 。防渗层焊接要求见附件A。

8.2.4.3 分层回填

自下而上：砾石排水层→土工布过滤层→种植土层。种植土层应分层压实，每层厚度应 $\leq 300\text{mm}$ 。应避免过度密实，种植土最终压实度应 $\leq 85\%$ 。

8.2.4.4 溢流设施安装

溢流口顶高应低于周边路面 50-100mm，不锈钢格栅孔径应 $\leq 20\text{mm}$ 。24 小时蓄水试验水位下降应 $\leq 10\%$ 。

8.3 绿色屋顶施工

8.3.1 前期准备

施工前应进行现场核查和地质勘察，并编制现场核查地质勘察报告和施工方案。

8.3.2 施工设备

应符合以下要求：

- a) 防水卷材焊接机温度控制范围为：200-250℃；
- b) 蓄排水板切割机误差应 $\leq \pm 2\text{mm}$ ；
- c) 喷播机喷播厚度偏差应 $\leq \pm 10\%$ 。

8.3.3 施工材料

应符合以下要求：

- a) 防水卷材：应符合 GB 50345 的要求，采用 TPO 或 PVC 材质，接缝剥离强度 $\geq 4.0\text{N/mm}$ 。
- b) 蓄排水板：应符合 JG/T 453 的规定，抗压强度 $\geq 400\text{kPa}$ 。
- c) 轻质种植土：容重 $\leq 1.2\text{g/cm}^3$ ，有机质含量 $\geq 30\%$ 。

8.3.4 施工流程

8.3.4.1 防水层施工

8.3.4.1.1 基层处理

混凝土屋面含水率应 $\leq 8\%$ ，裂缝修补后涂刷界面剂。防水层接缝强度 $\geq 1.5\text{MPa}$ 。

8.3.4.1.2 卷材铺设

长边搭接应 $\geq 80\text{mm}$ ，短边搭接应 $\geq 100\text{mm}$ ，热风焊接应无气泡。

8.3.4.2 蓄排水层安装

8.3.4.2.1 蓄排水板拼接采用扣接式，铺设方向应与排水坡度一致，坡度应 $\geq 2\%$ ，蓄排水板搭接宽度应 $\geq 100\text{mm}$ 。

8.3.4.2.2 边缘应设置集水沟，与建筑雨水立管衔接。

8.3.4.3 植被层施工

8.3.4.3.1 种植土厚度

草坪应 $\geq 100\text{mm}$ ，灌木应 $\geq 300\text{mm}$ ，乔木区域局部换土应 $\geq 1.0\text{m}$ 。

8.3.4.3.2 植物选择

应选择景天属、佛甲草等耐旱品种，成活率应 $\geq 95\%$ 。

9 工程验收

9.1 透水铺装

9.1.1 材料性能验收

9.1.1.1 透水砖强度等级应符合设计文件要求，普通区域应不低于 Cc40，机动车道区域应不低于 Cc50。

9.1.1.2 透水混凝土抗压强度应 $\geq C20$ ，透水沥青混合料空隙率需 $> 18\%$ 。透水铺装材料防滑性能（湿态摩擦系数 ≥ 0.6 ）及耐候性应提供第三方检测报告。

9.1.2 结构层验收

透水基层厚度、级配碎石粒径应符合设计要求，排水层渗透系数应 $\geq 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。路基稳定性需满足轻型荷载道路标准（轴载 $\leq 40\text{kN}$ ），坡度设计合理，横坡坡向应与绿地衔接。

9.1.3 施工质量验收

透水铺装面层平整度允许偏差应 $\leq 5\text{mm}$ ，接缝宽度应 $\leq 5\text{mm}$ ，无翘曲、断裂现象。经现场透水性能测试：以 $1\text{L/m}^2 \cdot \text{s}$ 的注水速率测试，渗透时间应 $\leq 60\text{s}$ 。

9.1.4 附属设施验收

溢流口应按10年暴雨重现期设计，与市政管网衔接顺畅，无积水倒灌。

9.2 雨水花园

9.2.1 结构及防渗验收

9.2.1.1 底部防渗层渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，防渗膜接缝处应通过闭水试验。

9.2.1.2 土壤层厚度应 $\geq 600\text{mm}$ ，改良后渗透率应 $\geq 1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ，分层回填压实度应 $\geq 90\%$ 。

9.2.2 植物与生态验收

9.2.2.1 植物配置应选择耐淹、耐污乡土品种，存活率应 $\geq 95\%$ 。

9.2.2.2 物滞留设施内悬浮物去除率应 $\geq 80\%$ ，应定期清理沉积物，频次 ≥ 2 次/年。

9.2.3 排水系统验收

9.2.3.1 溢流口高程应低于周边路面 $50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ，排水能力应 $\geq 10\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。

9.2.3.2 进水口设置联合雨水篦平算收水能力应 $< 40\%$ 。

9.2.3.3 预处理设施容积应满足初期雨水弃流要求，弃流厚度 $\geq 3\text{mm}$ 。

9.2.4 安全防护验收

蓄水池周边应设置防护栏，高度应 $\geq 1.1\text{m}$ ，水位监测传感器精度误差应 $\leq \pm 1\text{cm}$ 。

9.3 绿色屋顶

9.3.1 防水与荷载验收

防水层通过48小时闭水试验应无渗漏；抗根穿刺层材料应提供合格证明。

9.3.2 荷载设计验收

应满足植被层饱和重量要求：轻型屋顶荷载 $\leq 1.5\text{kN/m}^2$ ，重型屋顶 $\leq 5.0\text{kN/m}^2$ ）。

9.3.3 结构层验收

9.3.3.1 采用陶粒或专用排水板排水层厚度应 $\geq 100\text{mm}$ ，过滤层土工布搭接宽度应 $\geq 200\text{mm}$ 。

9.3.3.2 简单式绿色屋顶种植土厚度应 $\geq 100\text{mm}$ ，花园式应 $\geq 300\text{mm}$ ，且应提供轻质、保水性能检测报告。

9.3.4 植被与灌溉验收

9.3.4.1 耐旱品种覆盖率应 $\geq 90\%$ ，存活率应 $\geq 95\%$ 。

9.3.4.2 自动灌溉系统需设置雨水回用接口，喷头覆盖均匀，无死角。

9.3.5 运维设施验收

检修通道宽度应 $\geq 600\text{mm}$ ，防护栏高度应 $\geq 1.1\text{m}$ ，排水口防堵塞措施到位。

9.4 验收文件要求

应提供如下验收文件：

- a) 施工图纸、设计变更及技术交底记录；
- b) 材料合格证及第三方检测报告（透水系数、抗压强度等）；
- c) 闭水试验、渗透试验等现场检测记录；
- d) 植物存活率报告及养护计划；
- e) 竣工图与海绵设施运维管理方案。

附 录 A
(规范性)
防渗层焊接要求

A.1 焊接设备及参数要求

应符合以下要求：

- a) 双轨热熔焊机：温度控制： $200\sim 300^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，焊接速度： $1.5\sim 2.5\text{m}/\text{min}$
- b) 挤出式焊枪：焊条直径 $4\sim 5\text{mm}$ ，挤出温度 $\geq 180^{\circ}\text{C}$ 。

A.2 焊接施工流程

A.2.1 基面处理

清除尖锐物，基层平整度应 $\leq 20\text{mm}/2\text{m}$ ，压实度应 $\geq 90\%$ 。

A.2.2 试焊验证

每班次首焊应进行剥离试验和真空检测。

A.2.3 正式焊接

双缝搭接宽度应 $\geq 100\text{mm}$ ，中间气腔宽度范围为 $10\text{mm}\sim 15\text{mm}$

A.3 焊接质量检测

A.3.1 焊缝外观检查：无烫伤、无气泡、无漏焊点

A.3.2 气压检测：施加 $0.15\sim 0.2\text{MPa}$ 并保压 5min ，压降应 $\leq 20\%$ 。

A.3.3 真空罩检测：负压应 $\geq 0.02\text{MPa}$ ，且应无气泡逸出。

A.4 缺陷修复

A.4.1 针孔修补：采用直径 $\geq 30\text{mm}$ 的补丁覆盖，热熔焊接边缘超出缺陷部位应 $\geq 50\text{mm}$ 。

A.4.2 焊缝开裂：切除缺陷段后重新焊接，搭接长度应 $\geq 200\text{mm}$ 。

A.5 焊接记录

应详细记录工程部位、焊缝编号、焊接温度、焊接速度、检测结果和操作人。